

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-023116

(43)Date of publication of application : 26.01.2001

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

G11B 5/39

(21)Application number : 11-188530

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD

(22)Date of filing : 02.07.1999

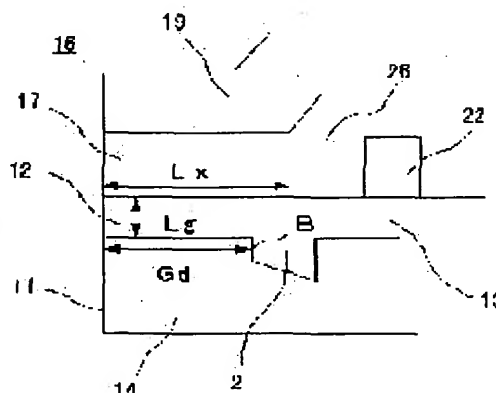
(72)Inventor : KOMORIYA SUSUMU  
MEGURO SATOSHI  
MITSUMATA CHIHARU

## (54) RECORDING/REPRODUCING SEPARATION TYPE THIN FILM MAGNETIC HEAD AND ITS MANUFACTURE

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the characteristics of the recording head part of a recording/reproducing separation type thin film magnetic head.

SOLUTION: A groove is formed at a position in a lower magnetic pole 14 which corresponds to a magnetic gap depth and, after the groove is covered with gap layer material, the material is processed by a CMP method to form a required gap layer 13. Further, a coil is formed directly on the gap layer 13 and an upper magnetic pole 16 comprising a front pole 17, a yoke 19 and a rear pole 18 is formed to complete a recording head. With this constitution, the magnetic gap depth can be univalently defined and, further, heat generated by the coil can be radiated efficiently, so that a recording/reproducing separation type thin film magnetic head with satisfactory characteristics and high reliability can be provided.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

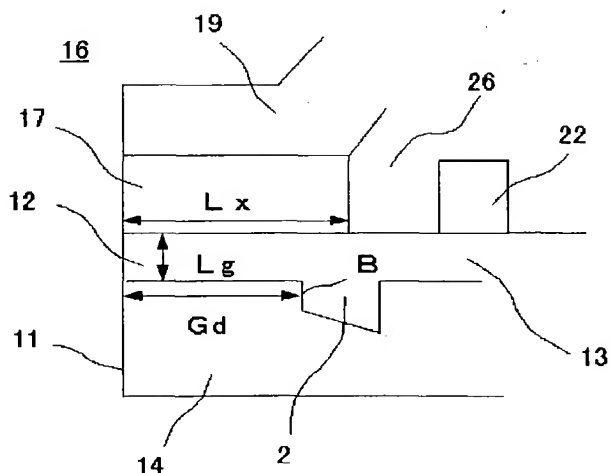
[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 上部磁極と下部磁極の間にギャップ層を配して磁気ギャップをスライダ浮上面に形成し、前記上部磁極、下部磁極および磁気ギャップで構成する磁気回路に鎖交するように配置したコイルからなる記録ヘッド部と、磁気抵抗効果素子を内蔵した再生ヘッド部とからなる記録再生分離型薄膜磁気ヘッドにおいて、前記記録ヘッド部の上部磁極が前部磁極、ヨークおよび後部磁極からなると共に、前記ギャップ層が磁気ギャップのスライダ浮上面に近い位置で、前記下部磁極側に一部突出していることを特徴とする記録再生分離型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 請求項 1 において前記ギャップ層の突出部が記録ヘッド部の磁気ギャップ深さを規定することを特徴とする記録再生分離型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 のいずれかにおいて、記録ヘッド部の前記突出部が少なくともスライダ浮上面に略平行な壁面となることを特徴とする記録再生分離型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】 請求項 1 から 3 のいずれかにおいて、前記コイルをギャップ層上に直接配設することを特徴とする記録再生分離型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】 請求項 4 において、前記コイルが形成される前記ギャップ層は、平坦に加工された仕上げ面を有することを特徴とする記録再生分離型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】 請求項 1 から 5 のいずれかにおいて、前記前部磁極は少なくとも前記磁気ギャップ深さより長く、前記後部磁極と少なくとも同一高さであることを特徴とする記録再生分離型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 7】 請求項 1 から 6 のいずれかに記載する記録再生分離型薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記下部磁極の磁気ギャップ深さに相当する位置に溝を設け、更にギャップ層を形成後、前記ギャップ層の一部若しくは全て、または下部磁極の一部を平行に且つ平坦に除去し、所要のギャップ層厚さに加工してから、前部磁極と後部磁極、コイル、ヨークの順序で形成する工程を含むことを特徴とする記録再生分離型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 8】 請求項 7 において、前記ギャップ層または下部磁極の一部除去後の加工表面が、磁気ギャップ長に対して無視できる程度に平坦化される方法であることを特徴とする記録再生分離型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 9】 請求項 7 または 8 のいずれかにおいて、前記ギャップ層若しくは下部磁極の一部を除去した後、所要の磁気ギャップ長に不足を生じた場合、ギャップ層の追加成膜工程を含むことを特徴とする記録再生分離型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 10】 請求項 7 または 8 のいずれかにおいて、前記コイル形成工程の前にトラック幅の加工工程を

含むことを特徴とする記録再生分離型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 11】 請求項 7 または 8 のいずれかにおいて、前記ギャップ層の加工の際、CMP (Chemical Mechanical Polishing) 法等の超精密ポリッシングを適用することを特徴とする記録再生分離型薄膜磁気ヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、記録再生分離型の磁気ヘッドに使用される記録専用薄膜磁気ヘッドに係わり、特に磁気ギャップ深さを高精度に規定できる記録ヘッド部の構成とその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 一般に、記録再生分離型薄膜磁気ヘッドは記録ヘッド部と再生ヘッド部とからなり、それぞれ独自の機能を高度に発揮できるように配慮した構成で設計される。また、製造に際してはクリーンルーム内で特別に管理された条件下のラインで作られる。現在使用されているヘッドは多層構成をとり、専らリソグラフィ技術で製造される。主要な用途としては、高容量化したハードディスク装置等の読み込み／書き込み用ヘッドである。

【0003】 記録再生分離型薄膜磁気ヘッドにおける再生ヘッド部には、検出素子として磁気抵抗効果 (MR) 膜、巨大磁気抵抗効果 (GMR) 膜あるいはトンネル効果 (TMR) 膜を用いた MR ヘッド、GMR ヘッド、TMR ヘッド等が知られている。一方、記録ヘッド部には電磁誘導現象を利用した薄膜磁気ヘッドが使用される。この薄膜磁気ヘッドは、バルク材で磁気回路を構成する MIG (Metal in Gap) 型ヘッドと異なり、磁気回路を軟磁性薄膜で構成するため、小形で高周波特性に優れたヘッドとなっている。

【0004】 図 5 はハードディスク装置に用いられる記録再生分離型薄膜磁気ヘッドの斜視図である。更に、この磁気ヘッドの中央部における断面を図 6 に示す。図 6 はスライダ浮上面 (以下、ABS と略す。) 11 を磁気記録媒体であるディスク 20 に対向させ、読み込み／書き込みの動作時を示す模式図であるが、磁気ヘッドとディスクの相対的な位置関係とその機能が分かるように、本図では必要部分以外の省略と単純化を行った。

【0005】 図 6 に示すように、再生ヘッド部 30 は MR 素子 32、下部シールド 34、下部磁極 14 および非磁性の絶縁層 36 からなる。MR 素子 32 は下部シールド 34 と下部磁極 14 によって雑音磁界からシールドされると共に、絶縁層 36 中に設置して下部シールドおよび下部磁極からの電氣的絶縁を確保する構造である。

【0006】 MR 素子 32 は強磁性材料に特有な磁気抵抗効果を利用するもので、パーマロイの薄膜素子が主として使われている。この薄膜素子は 100 エルステッド

程度の磁界強さで動作する極めて感度が良好な素子である。しかし、感度指標である磁界強さに対する電気抵抗の変化率が高々2~3%と低いため、高感度な素子の開発が望まれていた。最近、従来の常識を破る感度を持つ巨大磁気抵抗効果素子が発表された。この素子の特徴は、軟磁性膜間に非磁性膜を配し、更に一方の軟磁性膜に反強磁性層を隣接させてその軟磁性膜の磁化方向を固定する多層膜構成を特徴としており、5%以上の電気抵抗の変化率が得られることからその適用が急速に拡大している。また、次世代ヘッドの検出素子としてトンネル効果を利用するTMRヘッドが注目され、基礎検討が始められている。

【0007】一方、記録ヘッド部10は、下部磁極14、上部磁極16および磁気ギャップ12からなる磁気回路と、この磁気回路に鎖交するように設けたコイル22とからなる。これらの主要部品の内、下部磁極14は再生ヘッド部と共用され、磁気回路とシールドの両機能を兼ね備えることによって、構造の簡略化を図っている。本発明が記録ヘッド部の構成と製造方法に関わるものであるため、最初に薄膜構成の記録ヘッド部10の製造工程について説明してから、従来技術の現状と限界に言及することにする。

【0008】記録ヘッド部10は図6に示すように多層構造であるため、一般に、次のような工程を経て作製される。まず、既に再生ヘッドの一部品として作製された下部磁極14上にギャップ層13を成膜する。続いてギャップ深さGdの基準となるエイベックス部を決めるレジスト24を形成すると共に、スパッター等でめっき用下地導電膜を作製した後、コイル22をパターンめっき法で形成する。めっき工程が完了してからパターンめっき用のレジストを除去し、更にイオンミリング等で不要な部分の下地導電膜を除去することによってコイルが完成する。この後の工程でコイル間および上部磁極との電氣的絶縁を得るため、レジスト等による絶縁層26を図示する位置に配設する。

【0009】次に、上部磁極をめっきで形成するための下地導電膜をスパッターで成膜し、フレームめっき用のレジストパターンを形成する。上部磁極のめっきを終えてから、フレームレジストおよびその下地導電膜を除去する。上部磁極はフレームめっき法を採用しているため、必要な部分以外にもめっきされる。このため、必要部分をレジストで覆ってからケミカルエッチングにて不要な部分のめっき膜を除去して、上部磁極16を完成させる。

【0010】比較的記録密度が低かった世代の薄膜磁気ヘッドは、記録および再生の両機能を備えた一体型ヘッドと称することができたが、記録密度が $0.5 \text{ Gb/in}^2$ を越えるあたりから充分な再生出力が得られなくなり、現在、書き込み専用の記録ヘッドに特化されている。従って、本明細書の記録ヘッド部は、従来の薄膜磁

気ヘッドを指すものである。さて、記録ヘッドとして一層高い記録密度特性を得るための開発努力が続けられているが、具体的には狭トラック幅/狭磁気ギャップ化に繋がる技術開発である。

【0011】前述したように薄膜磁気ヘッドは上部磁極16、下部磁極14、コイル22および磁気ギャップ12等の比較的単純で部品数が少ない組立体である。しかし、記録再生分離型薄膜磁気ヘッドの記録ヘッドとして $\text{Gb/in}^2$ オーダの性能を付与される記録ヘッドは、超精密加工の工業製品と言える。トラック幅あるいは磁気ギャップ長はミクロンオーダの設計寸法であるため、許容寸法がサブミクロン以下となる。特に、磁気ギャップの周辺はより高度な加工技術が導入され、高精度に仕上げられることになる。このように磁気ギャップを高精度に加工する理由は、磁気ギャップにおける適正な磁界分布を得るためである。仕上がり精度が充分でないと不適切な磁界分布を生じることになり、記録性能の低下を招き、結果的に記録密度を高めることができない。

【0012】磁気ギャップ付近の磁界分布に影響を与える関連技術は多数あり、それらは複雑に織りなしている。しかし、磁気回路構成材の高周波時の磁気特性と磁気ギャップ部の加工精度の良否が最も大きい。また、材料特性は設計の選定時に決まり、複数の工程を経ても本質的には変化しないものであるが、加工精度はヘッドの構造或いは製造時の条件によって変化してしまう後天的な面を持つため、その水準を維持することはかなり困難である。加えて、高記録密度化からの要請で加工寸法自体が極めて小さくなるため、それに伴い許容誤差の管理が非常に難しくなる。例えば、トラック幅は $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 、磁気ギャップ長は $0.5 \mu\text{m}$ 以下程度の現状を考えると、サブミクロンオーダの許容誤差では不十分であることは、容易に理解されるところである。

【0013】現状の記録再生分離型薄膜磁気ヘッド用の記録ヘッド部は、トラック幅 $1.2 \sim 1.6 \mu\text{m}$ 、磁気ギャップ長 $0.2 \sim 0.3 \mu\text{m}$ で設計製造され、 $3 \sim 8 \text{ Gb/in}^2$ の記録密度の性能が得られている。従って、上記した記録密度を大幅に越えられる高性能な記録専用磁気ヘッドは、磁気ギャップ部を高い精度で製作されたものであることが必要である。この条件を満足させるためには加工方法だけの問題でなく、ヘッド構成を加味した全く新規な加工方法の創出の必要性を示唆するものである。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】以上述べたように市場におけるディスクの高記録密度化の競争は一段と活況を呈しており、現在数 $\text{Gb/in}^2$ 程度の記録密度が数年後には $20 \text{ Gb/in}^2$ を越えることが予測されている。このような市場トレンドに対応すべく、高記録密度対応の記録再生分離型薄膜磁気ヘッドが各種提案されている。

【0015】高記録密度に対応する記録ヘッドとしては、トラック幅と磁気ギャップ長のいずれか、若しくは両者を同時に縮小する方策がとられてきた。一方、記録媒体であるディスクに対しては高保磁力化が行われ、記録ヘッド特性のクリアすべきハードルがより高く厳しくなる傾向にある。このため、従来技術の延長では20Gb/in<sup>2</sup>以上をクリアできる記録ヘッドを得ることは非常に困難である見通しを得た。このような判定を下す根拠は、従来技術では磁気ギャップにおける磁界分布が好ましいものでなく高記録密度化によって顕在化し、従来技術の延長では解決できないことにある。

【0016】さて、磁気ギャップ長と同様、磁気ギャップ深さGdが磁界分布に大きな影響を持つことは従来から知られている。磁気ギャップ長を精度良く加工管理しても、磁気ギャップ深さがばらついてしまえば、磁気ギャップ長を狭めた効果が半減若しくは無くなってしまう事態が想定される。従来技術ではそのばらつきを磁気ギャップ長程度に抑えることが根本的に困難な課題を有していた。具体的には、磁気ギャップ深さのばらつきはレジスト24の先端部（以降、エイベックス部と略す。）の位置のばらつきである。

【0017】磁気ギャップ深さGdは記録特性に大きく影響するため、Gdの加工精度確保とその維持が重要な製造上のノウハウに近い技術である。本発明は視点を全く変えた発想に基づくもので、精度の高い磁気ギャップ深さ、言い換えれば高精度のエイベックス部が得られる製造方法を創出して従来技術の課題を解決したものである。ここで、図6の記録ヘッド部10のA部拡大図を図7に示す。本明細書では磁気ギャップ深さを、磁気ギャップ12においてABS11からギャップ層13に沿って上部磁極16が立ち上げるまでの長さとして定義し、図中のGdで表わす距離とする。言い換えると、磁気ギャップ深さはギャップ層13を挟んだ下部磁極13と上部磁極16の平行部分を指すものとする。

【0018】さて、コイル22に通電すると、磁気回路中の起磁力の損失は無視できるため、発生した起磁力の全てが磁気ギャップ12に印加される。このため、磁気ギャップ12における磁界分布は上部磁極16と下部磁極14の相対位置関係で決まり、磁気ギャップ長Lgおよび磁気ギャップ深さGdから一義的に定まる。Lgが磁界分布を規定するパラメータであることは構成上容易に理解できるところであるが、GdはLgとの関係で最適な範囲を持つ。従って、Gdの寸法をLgに対してある値以下に選ぶと、上部磁極16のABS側の先端部に磁束が集中し、その部分が過度に磁気飽和してしまう。一方、Gdを過大な値とすると、上部磁極から下部磁極14に入射する磁束が増大し、ディスクに入射すべき磁束がバイパスしてディスクへの書き込み能力が低下してしまう。このようにGdをLgに対して適当な値に選択した設計を行わないと、好ましい磁界分布を得ることがで

きず、結果的に高保磁力の磁気記録媒体に効率よく情報を書き込むことは難しくなる。

【0019】しかしながら、Lgに対してGdとその傾斜角を最適化することは設計的な選択範囲の問題であり、有限要素法による磁界解析などの解析手法によって容易に解決できる。このため、20Gb/in<sup>2</sup>以上の高記録密度対応の薄膜磁気ヘッドの設計は可能と考えることができるが、製造上の問題としてGdを高精度に且つばらつきなく加工することは、従来技術の延長では解決が困難であった。

【0020】その理由は製造方法にある。従来技術によるGdは以下のようにして加工される。図7において、エイベックス部を形成するためにギャップ層13にレジスト24を塗布し、露光現像を行う。その後、約290℃の温度でレジストを熱処理することにより、レジストの端部の断面は略円弧状となり、その終端部がエイベックス部を決めることになる。レジストを熱処理温度等の条件が一定しないと、エイベックス部にばらつきを生じる。例えば、破線mで図示するようにエイベックス部がコイル側に近づき過ぎると、磁気ギャップ深さGdは予定した寸法よりxだけ大きくなってしまう。また、ABS11に平行となるトラック幅方向に関して、Gdがばらついてしまう恐れがある。さらに、コイル22を電気めっきで形成した後イオンミリング等で不要な部分の下地導電膜を除去する所謂オーバーミリングを行うことにより、レジストも僅かに削られるため磁気ギャップ深さGdは一層大きくなってしまう。

【0021】また、上部磁極16はフレームめっき法で形成しているが、フレームレジストの加工はサブミクロンオーダーの精度が必要である。上部磁極用のフレームレジストを露光する場合、エイベックス部とコイル部ではレジストの厚みが異なるため、上部磁極用レジストフレームを全域で精度良く作製することは難しい。一般に、露光波長をλ、レンズの開口NAとすると、ステッパ露光機の最小解像線幅は0.63λ/NA、焦点深度幅はλ/(NA)<sup>2</sup>で与えられ、微細なパターンほど焦点深度幅が急激に小さくなる問題がある。しかるに、従来技術では、コイルの形成した後の段差の大きい基板上に微細な上部磁極用レジストフレームを形成するため、トラック幅を高精度に加工することが難しいものであった。

【0022】さらに、薄膜磁気ヘッドの小型化に伴い書き込み時に過熱する恐れがあった。書き込み時に与える入力パワーが同一でも、ヘッド自体が小さくなるため損失パワーの密度が高まり、更に放熱面積が減少するため、必然的に磁気ヘッドの温度上昇は避けられない状況にある。コイルの温度上昇が高くなると、特にコイルの周辺に熱によるストレスが発生し、寿命および信頼性の低下に直結することが予想された。従来のヘッドではこの点が考慮されていなかった

## 【0023】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記した従来技術の課題を一挙に解決できる磁気ヘッド構成とその製造方法を提供するものである。本発明による製造方法は従来と全く異なった観点から発想したものであって、その新規な方法を以下詳しく述べることにする。即ち、本発明の趣旨とするところは、磁気ギャップ深さ $G_d$ を従来の上部磁極側に設けるのではなく、下部磁極側にギャップ層を突出させ、この非磁性の突出部によって $G_d$ を規定するものである。前述した従来の方法と比較すると明らかなように、磁気ギャップ深さ $G_d$ がコイル下のレジストの熱処理時に決まるのではなく、下部磁極形成後行う加工によって予め決めてしまい、以降の加工条件に影響されないことが特色である。

【0024】本発明による構成上の特徴箇所は、①ギャップ層の一部が下部磁極側に突出していること、②上部磁極が前部および後部磁極とヨーク部に分けて形成されること、③コイルが直接ギャップ層に配設されることの以上3点を挙げることができる。また、製造方法としては、磁気ギャップ深さを規定できる壁面を持たせた溝を下部磁極に加工設定し、この溝をギャップ層材で覆い被せた後、所定の磁気ギャップ長が得られるようにギャップ層の平坦化加工を導入したものである。場合によっては下部磁極の一部を加工した後、再度ギャップ層を形成する工程も考えられる。これは上記した溝の深さを調節する等に採用される実施形態の一方法である。

【0025】以下、図面を用いて本発明による解決手段とその原理について詳細を説明する。図1は本発明を適用した磁気ギャップ部付近の拡大断面図である。なお、図6或いは7に示す部品と同じものに対しては同一番号を使用した。図示するようにABS11からギャップ層13に沿って $G_d$ 進んだ所にギャップ層13と同材を配した突出部2を設けた。この突出部2は少なくともABS11に平行な壁面Bを有する。更に、前部磁極17の長さ $L_x$ とするならば、 $L_x \geq G_d$ の関係を持たせた。この突出部2がギャップ層材で満たされること、および前部磁極17を $G_d$ より長くすることによって、磁気回路的には突出部2の場所から磁気抵抗が急激に増大する。これは図7に示す従来の上部磁極の立ち上がり部と等価な作用がある。即ち、突出部2は前部磁極17との関係で磁気ギャップ深さ $G_d$ を規定できることを意味する。

【0026】本発明の製造方法から発明の技術思想の理解を深めることができるため、図2を使って詳しく述べることにする。図2では本発明による記録ヘッドの製造工程を(a)から(h)の8段階で示す。同図(a)では、まず下部磁極14を形成後、ABS側から $G_d$ の位置に突出部用の溝2'を加工する。加工法としては、下部磁極14の所要の位置にレジスト膜を残す処理を行い、イオンミリング、RIE等によって下部磁極14に

溝2'を設ける。この場合、溝2'の壁面の一部が少なくともABSに略平行になるような製造上の配慮が必要である。この要件が後工程で重要なポイントになる。

【0027】次の(b)の工程ではギャップ層13を下部磁極表面に形成する。この場合、溝2'はギャップ層材が埋め込まれる。しかし、溝2'を設けたことによりその付近のギャップ層表面は平坦でなくなり、溝2'分の凹部を生じる。この凹部は不要であるため、次の工程で平坦処理加工で取り除くことになる。この場合のギャップ層13の厚みは溝2'の深さ分と磁気ギャップ長および加工代分を加えた厚みとすることが好ましい。

【0028】(c)および(d)の工程でギャップ層13の凹部をなくす平坦化加工を行った後、ギャップ層3からの突出部2が形成されることになる。同図(d)では(c)の加工終了P点の場合を示すが、ギャップ層13を全て取り除くQ点の場合あるいはQ点より更に加工して突出部2の一部を残すR点の場合が実施可能である。本発明では突出部2によって磁気ギャップ深さ $G_d$ を規定するものであるから、少なくとも突出部のABSに略平行な壁面が残れば本発明の効果を奏することができ、本発明の他の実施例と考えられるものである。

【0029】また、(d)の平坦化加工ではCMP (Chemical Mechanical Polishing) 法等の超精密研磨手法を用いた。CMP法は半導体分野で用いられる平坦化技術であり、10nm以下の平坦化加工ができると共に、加工量の制御が容易である等の長所がある。従って、薄膜磁気ヘッドの成膜後の加工に最適である。CMPを薄膜磁気ヘッドの膜加工に適用した前例はなく、特開平10-334425号公報に薄膜磁気ヘッド用基板の表面仕上げ加工にCMP法を適用した技術が開示されているのみである。CMP法で加工した表面は非常に平らな面が得られるため、コイル、上部磁極等の加工が容易に且つ精度良く行うことができる。しかしながら、CMP法と同程度の平坦度が得られる加工法であれば、本発明の実施による同一の効果が得られるため、当然ながらCMP法に限定する必要はない。

【0030】さらに、(e)および(f)ではギャップ層13に窓4を設けた後、前部磁極17および後部磁極18を形成する。後部磁極18は下部磁極14に結合させる。この工程では図示してはいるが、トラック幅のトリミング工程が(f)の後に入る。

【0031】同図(g)ではギャップ層13上にコイル22をパターンめっき法で作製した後、絶縁層26を積層する。更に、(h)に示すようにヨーク19で前部磁極17と後部磁極18を磁気的に結合して上部磁極16が完成する。以上の説明から明らかなように本発明の製造方法には、次のような新規な点がある。図1に示すように突出部2の壁面Bが少なくともABSに略平行に形成される。壁面Bは磁気ギャップ深さ $G_d$ を規定し、さ

らに図2(d)の工程においてQからR点迄研磨してもGdに誤差を生じない。このため加工条件に影響されない構成であると言える。

【0032】また、上部磁極16を前部磁極17と後部磁極18、ヨーク19に分離して製作することにより、記録トラック幅を与える前部磁極17を作製するレジストフレームを高精度に形成できる。さらに、薄膜磁気ヘッドはコイルに発生するジュール損で過熱される恐れがあるが、本発明の構成ではレジストを介さずに直接ギャップ層に配設されるため放熱特性が改善され、温度上昇を抑制することが容易である。高記録密度化は小型化と同意義であり、温度上昇が最終関門になるが、上述した理由からこの問題は解消され、信頼性の高い薄膜磁気ヘッドを提供できる。

#### 【0033】

【発明の実施の形態】本発明による実施の形態を以下説明することにする。図1および2に示す構造の薄膜ヘッドを試作し、その効果を検証することにした。試作した記録ヘッド部の主な仕様は、トラック幅 $0.5\mu\text{m}$ 、磁気ギャップ長 $0.11\mu\text{m}$ 、磁気ギャップ深さ $1.0\mu\text{m}$ である。突出部2のABSに平行な壁面は $0.7\mu\text{m}$ の高さになるように加工した。この高さ寸法は、磁気ギャップ長および磁気ギャップ深さに依存するものであるが、一般的には磁気ギャップ長より大きく、磁気ギャップ深さより小さい範囲が好ましい。しかし、磁性材の特性或いは突出部2の形状によって好適な範囲は変わるため、上記の範囲に限定されるものではない。

【0034】下部磁極に溝を形成する際、本実施例では次のような工程と加工方法を適用した。下部磁極上に塗

布したレジストは、 $2\mu\text{m}$ の厚さで一様に形成した。次に、突出部に相当する部位のレジストを取り除き、窓を設けた。この窓の大きさはトラック幅方向 $2.5\mu\text{m}$ 、ギャップ深さ方向 $3.0\mu\text{m}$ とした。突出部がABSに略平行な壁面を有するように加工するため、イオンミリングのイオンビームに対し窓が直角になるように基板を保持し、約 $10\text{rpm}$ で基板を回転させながらイオンミリングを行った。これにより突出部の壁面の高さ $0.7\mu\text{m}$ の略平行面を得ることができた。また、動作原理は異なるが、同一の加工効果が得られるRIE法等による方法も可能である。本実施例では、レジストに開けた窓に対しイオンビームを直角に入射させているので、突出部の断面形状は図1に示すような形状でなく突出部底面が下部磁極14のギャップ対向面に略平行となっている。

【0035】次にギャップ層の研磨に用いたCMP法について述べる。CMP法は、周知のようにLSI基板の超平面加工を実現する方法として開発されたものである。その特色は研磨対象によって各種の研磨液が用意されていることである。表1に代表例を示す。主に金属を研磨する場合は、研磨液が酸性のものをを用い、アルミナ等の研磨にはアルカリ性が用いられる。今回の試作では、ギャップ層を図2(c)に示すP点まで加工したため、表1のB-1を使用した。尚、B-2の場合でも大きな相違は見出されなかった。また、下部磁極まで加工する場合は、表1中のA-1またはA-2の研磨液が使用可能である。

【表1】

用 途	金属研磨		7μm等の研磨	
種 類	A-1	A-2	B-1	B-2
平均粒径(μm)	0.25	0.20	0.25	0.25
PH (20℃)	3.0	3.6	7~7.8	7.8~8
比重	1.03	1.10	1.04	1.04
粘性 (C.P)	3	5	20	5
粒子含有量(wt%)	3.5	10.0	3.0	3.0

【0036】本発明による薄膜磁気ヘッドの試作に実施に当たり、上述した主要な条件或いは方法を適用した。比較のため従来の構造の記録ヘッドを同一仕様で作製した。特に、ギャップ深さのばらつき、トラック幅のばらつきを比較検討した。ギャップ深さは、加工時のばらつきの影響を排除するため、図3(a)および(b)に示すようにMR素子の後端部とエイベックス部の寸法pを用いて評価することにした。一方、トラック幅のばらつ

きに関しては、ギャップ深さを $0.2\mu\text{m}$ まで加工してからエイベックス部近傍のトラック幅を測定した。この場合、トラックトリミングによるトラック幅のばらつきを除くためトラックトリミングは行わない状態で評価した。この様子を図4に示す。評価に供した試料数は各々200個であり、その結果を表2に纏めた。

【表2】



	エイベックス部寸法 (図3参照) $p$	トラック幅 (図4参照) $T_w$
本発明のヘッド	$0.23 \sim 0.29 \mu\text{m}$	$0.49 \sim 0.51 \mu\text{m}$
従来のヘッド	$0.26 \sim 0.43 \mu\text{m}$	$0.48 \sim 0.53 \mu\text{m}$

【0037】表2から分かるように、本発明により平坦化した部分に上部磁極を形成できるため、めっき用レジスト作製精度が向上し、 $T_w$ のばらつきは著しく低減できる。この場合、トラックトリミングする前の上部磁極のABS面から見た断面形状を、従来の台形状若しくは逆台形状でなくほぼ矩形とすることができる。同時に、ABS側の $T_w$ の寸法ばらつきが小さくなる。以上の結果から本発明によるヘッドではエイベックス部寸法 $p$ およびトラック幅 $T_w$ のばらつきを大幅に低減することができることが分かり、本発明の有効性が証明できた。

【0038】

【発明の効果】以上、本発明の原理とその実施例の詳細な説明から、本発明によって次の効果を奏することができる。即ち、磁気ギャップ深さとトラック幅を高精度且つばらつき少なく製造できるため、高記録密度化に最適な記録特性を付与した記録再生分離型薄膜磁気ヘッドを提供できる。また、コイルの放熱特性が向上するため、信頼性を大幅に高めることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理図である。

【図2】本発明による製造工程である。

【図3】本発明と従来のヘッドの磁気ヘッドの断面図である。

【図4】ABS側から見た図である。

【図5】従来の記録再生分離型薄膜磁気ヘッドの斜視図である。

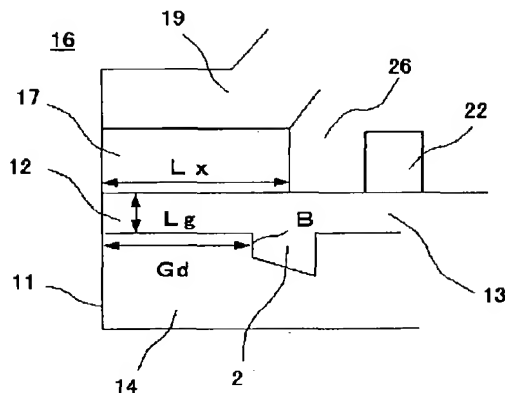
【図6】従来の記録再生分離型薄膜磁気ヘッドの断面図である。

【図7】従来の記録ヘッド部の拡大断面図である。

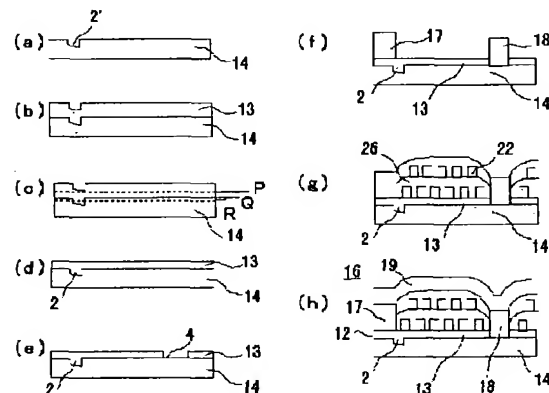
【符号の説明】

2 突出部、10 記録ヘッド部、11 ABS、12 磁気ギャップ、13 ギャップ層、14 下部磁極、16 上部磁極、17 前部磁極、18 後部磁極、19 ヨーク、20 ディスク、22 コイル、24 レジスト、26 絶縁層、30 再生ヘッド部、32 MR素子、34 下部シールド、36 絶縁層

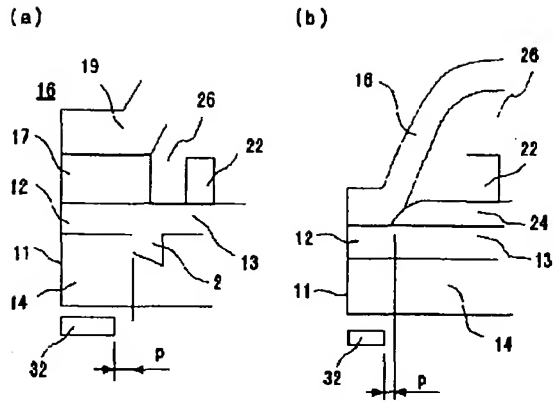
【図1】



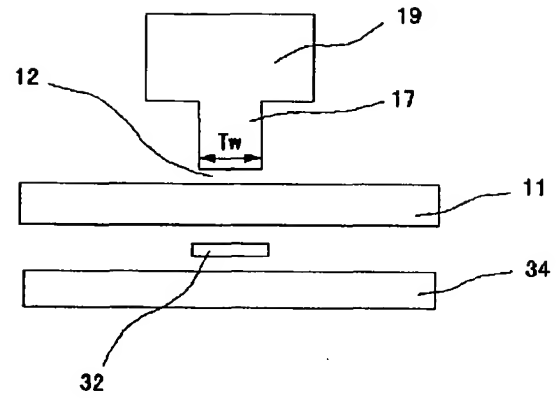
【図2】



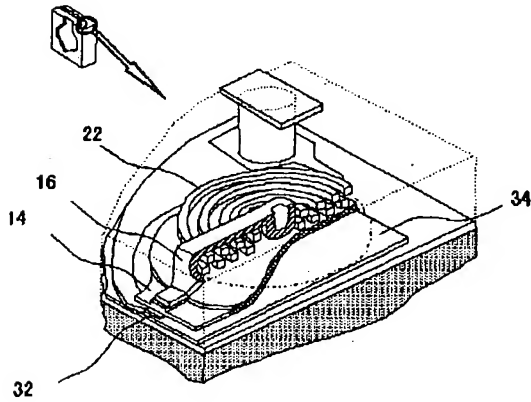
【図 3】



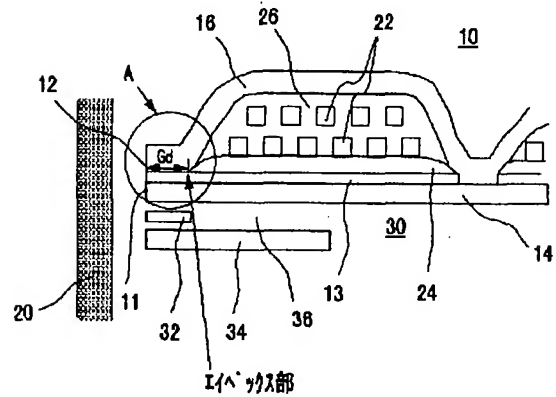
【図 4】



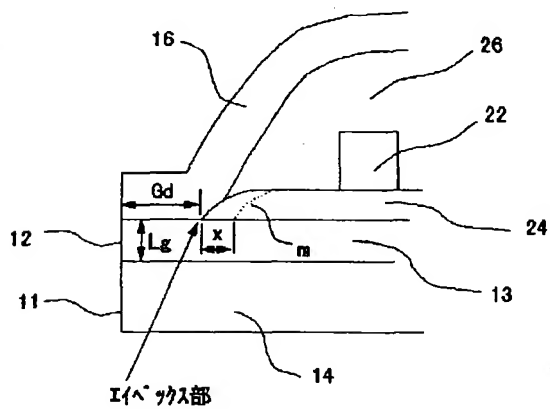
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D033 BA08 BA13 BA22 BB43 CA05

DA01 DA02 DA07

5D034 BA02 BB09 BB12 CA02 CA06